

5

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-111726

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 01 L 1/00  
G 01 N 21/23

識別記号

B

庁内整理番号

8803-2F  
7458-2G

⑭ 公開 平成3年(1991)5月13日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光弾性特性測定方式

⑯ 特 願 平1-249280

⑰ 出 願 平1(1989)9月27日

⑱ 発 明 者 村 上 亨 東京都田無市谷戸町2丁目4番15号 住友重機械工業株式  
会社システム研究所内

⑲ 出 願 人 住友重機械工業株式会 東京都千代田区大手町2丁目2番1号  
社

⑳ 復代理人 弁理士 芦 田 坦 外2名

明 細 書

定方式。

1. 発明の名称

光弾性特性測定方式

2. 特許請求の範囲

(1)直線偏波を円偏波に変え、該円偏波を試験片に通して楕円偏波とし、この楕円偏波の位相を直線偏光子を用いて測定することにより複屈折値の計測を行い、この計測を前記試験片の一方向に沿って多数点で繰り返すことにより複屈折値分布を測定するようにした光弾性特性測定方式において、

位相差既知の位相板を前記試験片に平行して挿入離脱可能に設け、該位相板を挿入した状態で前記位相板が無い状態の場合と同様の複屈折値の計測を行い、得られる2つの波状線の各極大点又は極少点の移動方向から真の複屈折傾斜方向を知り、更に該複屈折傾斜方向に応じて正又は負の値を加える事で実際の複屈折値を再現して応力分布を算出するようにしたことを特徴とする光弾性特性測

3. 発明の詳細な説明

〔産業状の利用分野〕

本発明は透明体の内部の応力分布を測定する光弾性特性測定方式に関するものである。

〔従来技術〕

従来の光弾性測定装置は、レーザ光源、直線偏光子、1/4波長板、横方向に移動可能な試験片、1/4波長板、直線偏光子および光検出センサを順に配置し、複屈折値の測定を行って応力分布を求めるようになっており、長い間広く一般に使用されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記の従来の光弾性特性測定方式は、普通の要求に対しては一応それなりの役目を果たしている。しかしながらこの装置は測定に用いた光の波長の1/2に対応する複屈折値までしか測定出来ない制約を有しており、それを越える場合には測定者の主観的評価によって複屈折値を求めていた。こ

のことは測定に熟練を必要とすることを意味し、場合によっては誤りを犯す可能性もあり、決して好ましいことではない。

従って本発明は測定に使用する光の波長の1/2以上に対応する複屈折値まで測定できる光弾性特性測定方式を得ようとするものである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明によれば、直線偏波を円偏波に変え、該円偏波を試験片に通して楕円偏波とし、この楕円偏波の位相を直線検光子を用いて検出することにより複屈折値の計測を行い、この計測を前記試験片の一方向に沿って多数点で繰り返すことにより複屈折値分布を測定するようにした光弾性特性測定装置において、位相差既知の位相板を前記試験片に平行して挿入離脱可能に設け、該位相板を挿入した状態で前記位相板が無い状態の場合と同様の複屈折値の計測を行い、得られる2つの波状線の各極大点又は極少点の移動方向から真の複屈折傾斜方向を知り、更に該複屈折傾斜方向に応じて正又は負の値を加える事で実際の複屈折値を再現

して複屈折値分布を算出するようにしたことを特徴とする光弾性特性測定方式が得られる。

〔実施例〕

第1図は本発明による一実施例の全体システム構成を示す。

はじめにレーザ1から発した光の波長を $\lambda$ 、強度を $I_0$ 、測定する試験片8の複屈折値を $b$ とおくと、光検出センサ7により測定される光強度 $I$ および位相差 $\delta$ は、直線偏光子2および検光子6の偏光軸をそれぞれ $P_1$ および $P_2$ とし、 $1/4$ 波長板3と5の進相軸をそれぞれ $q_1$ と $q_2$ として、 $P_1$ と $P_2$ を平行に、 $q_1$ と $q_2$ を平行に、 $P_1$ と $q_1$ および $P_2$ と $q_2$ をいずれも $45^\circ$ の角度に配置した場合、

$$I = I_0 \sin^2 (\delta / 2) \quad \dots (1)$$

$$\delta = 2\pi / \lambda \times b \quad \dots (2)$$

で表せる。式(1)から

$$\delta = 2 \sin^{-1} \{ (I / I_0)^{1/2} \} \quad \dots (3)$$

となり、複屈折値 $b$ は式(2)から

$$b = \lambda / (2\pi) \times \delta \quad \dots (4)$$

と測定される。従ってこの場合は、式(3)及び(4)から明らかなように、 $0 \leq \delta \leq \pi$ すなわち $0 \leq b \leq \lambda / 2$ の範囲でしか出来ず、これ以上に行くと同一値が2回出て来るので測定が不可能となる。すなわち、測定をここまでで終わってしまう従来の方式では、波長の $1/2$ に対応する複屈折値までしか正確な測定が出来なかった。

ここで本発明において特に設けたオフセット用位相板9を駆動装置10を動作させて光ビーム内に位置させる。このオフセット用位相板9は予め決められた複屈折値( $b_0$ とする)を持たせてある。この場合 $0 < b_0 < \lambda / 4$ を満たす値とする。この時式(2)は

$$\delta = 2\pi / \lambda \times (b + b_0) \quad \dots (5)$$

となる。

第2図は本発明の測定原理を示す図である。図において、(A)は目視にて観察される光弾性分布を示している。測定対象の複屈折値分布が(B)のような形をとった場合、測定される値は

(C)に示すように $\lambda/2$ 毎に区切られた周期的な値となる。

ここでオフセット位相板9のオフセット $b_0$ 。

( $b_0 < \lambda/4$ )を加えると(D)のようになり、波形の極大点及び極小点はオフセット量に応じて移動する。ある極大(小)点に注目すると、オフセットが加えられて移動した点は、( $b_0 < \lambda/4$ )の場合(C)から(D)を見て最も近い点即ち③→③'、④→④'に移動する。この場合複屈折分布の真の極大点、極小点⑤は移動しない。従ってこの点の移動の対応づけを行えば、(E)に示すように各区間において応力傾斜が左下がりであるか右下がりであるかを知ることが出来る。

第3図は以上の測定原理に於ける応力傾斜判定アルゴリズムを示す図である。

次に以上の原理に基づいたシステムの動作について説明する。

第1図において、はじめにオフセット位相板9を図に示すように光ビームから外した状態で、駆動装置10aで試験片8の位置を変えて光検出セン

サ7で光ビームの強度検出を行い、得られたデータをマイクロコンピュータ11に記憶する。次に駆動装置10によりオフセット位相板9を光ビームの所まで移動させ、上記と同じ方法でオフセット位相板9と試験片8の両方を通過したレーザビームの強度を検出し、得られたデータをマイクロコンピュータ11に記憶させる。

上記のようにして記憶された2組のデータは、横軸に距離 $x$ をとると、前者は第2図の(C)の形を、後者は同図の(D)の形をとる。

マイクロコンピュータ11においては、得られた2つの波形について極大値及び極小値を抽出し、さらに先に説明した発明の原理に従って2つの波形の対応点が抽出される。これにより点が右(左)側に動く場合、複屈折値の分布は右(左)下がりになることが分かる。

第3図は複屈折値を算出する実際の流れを示す図である。ステップ(i), (ii), および(iii)によるオフセット位相板のない場合とある場合の複屈折値 $b_1[x]$ ,  $b_2[x]$ が各

合わせにより、表1の計算式を用いて逐次 $B[x]$ を求めていく。

表1

		$t_1[n_2]$	
		+1	-1
$J[n_1]$	+1	(6)	(7)
	0	(6)	(7)
	-1	(7)	(6)

例えば区間(I, III, V, VII)のときは

$$B[x + \Delta x] = B[x] + (b_1[x + \Delta x] - b_1[x]) \quad \dots (6)$$

となり、区間(II, IV, VI)のときは

$$B[x + \Delta x] = B[x] + (-b_1[x + \Delta x] + b_1[x]) \quad \dots (7)$$

となる。

以上の結果は表示装置12に表示される。

[効果]

以上の説明から分かるように、オフセット位相

測定点について式(3), 式(4)を用いて算出される。

ステップ(iv)では、これらのデータより、例えば微分等の操作によってそれぞれの極大点、極小点が検出され、その点の座標が $S_1[n]$ ,  $S_2[m]$ に極大(+1)か極小(-1)かの情報が $t_1[n]$ ,  $t_2[m]$ に記録される。

ステップ(v)では、 $S_1[n]$ から $S_2[m]$ を見て、 $x$ 座標の小さい側で最も $S_1[n]$ に近いもの $S_2[m_1]$ を調べ、 $x$ 座標の大きい側で $S_2[n]$ に最も近いもの $S_2[m_2]$ を調べ、 $|S_1[n] - S_2[m_1]| > |S_1[n] - S_2[m_2]|$ の場合には増加(+1)の情報、不等号の向きが逆の場合には減少(-1)の情報、 $|S_1[n] - S_2[m_1]|$ もしくは $|S_1[n] - S_2[m_2]|$ が近似的にゼロである場合はピーク(0)の情報を $J[n]$ に記録する。

ステップ(vi)では、各 $b_1[x]$ の値に対して $S_1[n_1] < b_1[x] < S_1[n_2]$ である場合、 $J[n_1]$ ,  $t_1[n_2]$ の値の組み

板を光ビームに出し入れ可能に設けてオフセット位相板を入れた時と入れない時について測定を行うことにより、従来不可能であった $\lambda/2$ 以上の複屈折値の計測が可能となった。

#### 図面の簡単な説明

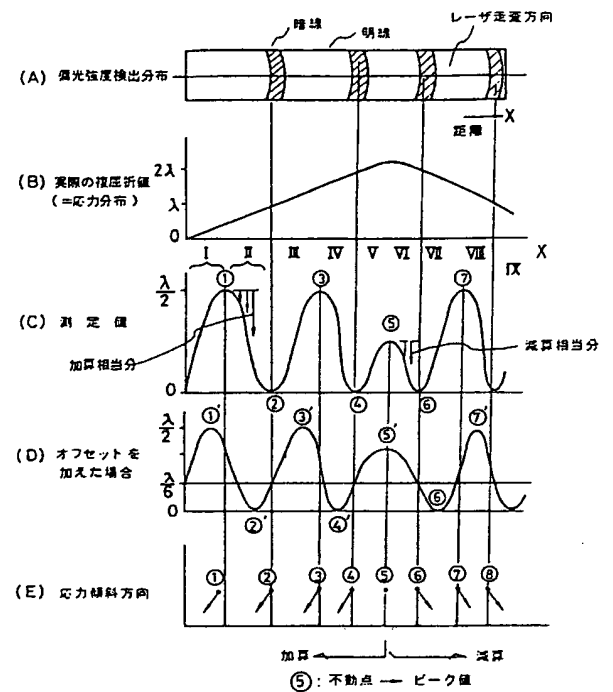
#### 4. 図面の簡単な説明の欄

第1図は本発明の一実施例の構成図、第2図は本発明の測定原理図、第3図は応力傾斜判定アルゴリズムを示す図である。

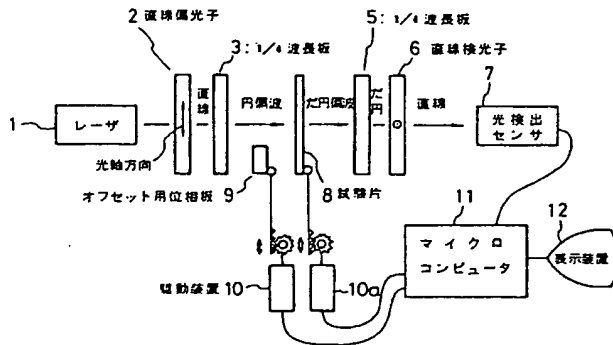
記号の説明: 1はレーザ、2は直線偏光子、3と5は $1/4$ 波長板、6は直線検光子、7は光検出センサ、8は試験片、9はオフセット用位相板、10と10aは駆動装置、11はマイクロコンピュータ、12は表示装置をそれぞれ表している。

代理人 (7783) 弁理士 池田 憲保

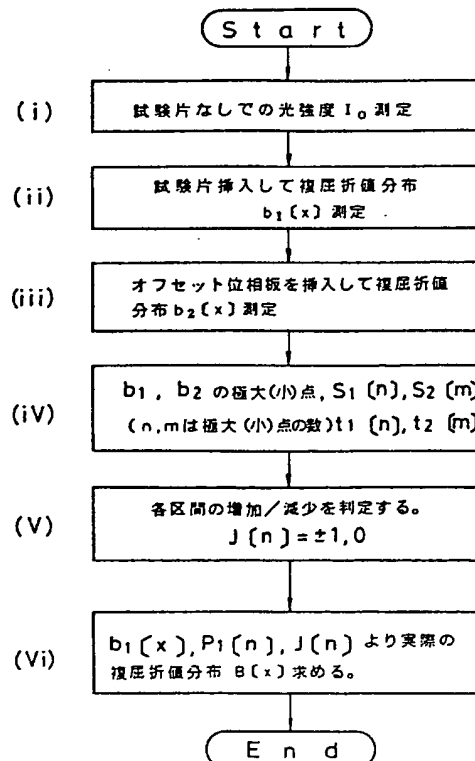
第 2 図



第 1 図



第 3 図



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

03-111726

(43)Date of publication of application : 13.05.1991

(51)Int.Cl.

G01L 1/00

G01N 21/23

(21)Application number : 01-249280

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing :

27.09.1989

(72)Inventor : MURAKAMI TORU

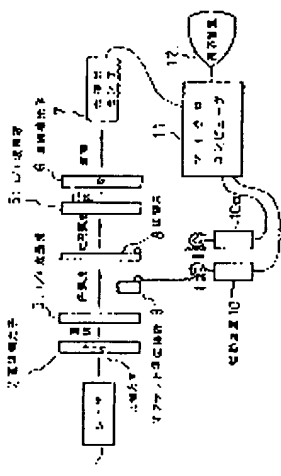
## (54) OPTICAL-ELASTIC-CHARACTERISTIC MEASURING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to perform measurement up to a double refraction value corresponding to  $1/2$  or more the wavelength of light used for the measurement by performing the measurements when an offset phase plate which can be provided so that it can be put into and taken out of an optical beam is put into the beam and when the plate is taken out of the beam.

CONSTITUTION: At first, the position of a test piece 8 is changed with a driving device 10a and the intensity of an optical beam is detected with a light detecting sensor 7 under the state an offset phase plate 9 is taken out of the optical beam. The obtained data are stored in a microcomputer (MC) 11. Then, the phase plate 9 is moved to the position of the optical beam with a driving device 10. The intensity of the laser beam which has passed through both the phase plate 9 and the

test piece 8 is detected. The obtained data are stored in the MC 11. In the MC 11, the maximum values and the minimum values are taken out with respect to the obtained two waveforms. The corresponding points of two waveforms are also taken out. It is found that the distribution of the double refraction values becomes the leftward (rightward) lowering distribution when the point is moved leftward (rightward). When a positive value or a negative value is further added in response to the slant direction of the double refractions, the actual double refraction values are reproduced, and the distribution of the double refraction values is computed.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**